

DU COMPTE RENDU

PRIX

ACTUALITÉS SCIENTIFIQUES ET INDUSTRIELLES

291

CURRENT SCIENCE,
RECEIVED.

23. (636)

LE PROBLÈME
DE LA
LOGIQUE DE LA SCIENCE
SCIENCE FORMELLE
ET SCIENCE DU RÉEL

PAR

RUDOLF CARNAP

Professeur à l'Université allemande de Prague

TRADUCTION

DU GÉNÉRAL VOUILLEMIN

Ancien élève de l'Ecole Polytechnique



PARIS
HERMANN & C^{ie}, ÉDITEURS

6, Rue de la Sorbonne, 6

1935



ACTUALITÉS SCIENTIFIQUES ET INDUSTRIELLES

PUBLIÉES SOUS LA DIRECTION DE MM.



René AUDUBERT

Directeur de Laboratoire à l'Ecole
des Hautes Etudes

ÉLECTROCHIMIE THÉORIQUE

J.-P. BECQUEREL

Professeur au Muséum d'Histoire Naturelle

OPTIQUE ET MAGNÉTISME AUX TRÈS BASSES TEMPÉRATURES

G. BERTRAND

Membre de l'Institut
Professeur à l'Institut Pasteur

CHIMIE BIOLOGIQUE

L. BLARINGHEM

Membre de l'Institut
Professeur à la Sorbonne

BIOLOGIE VÉGÉTALE

Georges BOHN

Professeur à la Faculté des Sciences

ZOOLOGIE EXPÉRIMENTALE

J. BORDET

Prix Nobel
Directeur de l'Institut Pasteur de Bruxelles

MICROBIOLOGIE

J. BOSLER

Directeur de l'Observatoire de Marseille

ASTROPHYSIQUE

Léon BRILLOUIN

Professeur au Collège de France

THÉORIE DES QUANTA

Louis de BROGLIE

Membre de l'Institut
Professeur à la Sorbonne
Prix Nobel de Physique

I. PHYSIQUE THÉORIQUE

II. PHILOSOPHIE DES SCIENCES

Maurice de BROGLIE

de l'Académie Française
et de l'Académie des Sciences

PHYSIQUE ATOMIQUE EXPÉRIMENTALE

D. CABRERA

Directeur de l'Institut de Physique et Chimie
de Madrid

EXPOSÉS SUR LA THÉORIE DE LA MATIÈRE

E. CARTAN

Membre de l'Institut
Professeur à la Sorbonne

GÉOMÉTRIE

M. CAULLERY

Membre de l'Institut
Professeur à la Faculté des Sciences

BIOLOGIE GÉNÉRALE

L. CAYEUX

Membre de l'Institut
Professeur au Collège de France

GÉOLOGIE

A. COTTON

Membre de l'Institut
Professeur à la Sorbonne

MAGNÉTO-OPTIQUE

Mme Pierre CURIE

Professeur à la Sorbonne
Prix Nobel de Physique
Prix Nobel de Chimie

RADIOACTIVITÉ ET PHYSIQUE NUCLÉAIRE

Véra DANTCHAKOFF

Ancien professeur à l'Université Columbia
(New-York)
Organisateur de l'Institut
de Morphogénèse Expérimentale
(Moscou Ostankino)

LA CELLULE GERMINALE DANS L'ONTOGÉNÈSE ET L'ÉVOLUTION

E. DARMOIS

Professeur à la Sorbonne

CHIMIE-PHYSIQUE

K. K. DARROW

Bell Telephone Laboratories

CONDUCTIBILITÉ DANS LES GAZ

Arnaud DENJOY

Professeur à la Sorbonne

THÉORIE DES FONCTIONS DE VARIABLE RÉELLE

J. DUESBERG

Recteur de l'Université de Liège

BIOLOGIE GÉNÉRALE EN RAPPORT AVEC LA CYTOLOGIE

CATALOGUE SPÉCIAL SUR DEMANDE

ACTUALITÉS SCIENTIFIQUES ET INDUSTRIELLES

291

LE PROBLÈME
DE LA
LOGIQUE DE LA SCIENCE
SCIENCE FORMELLE
ET SCIENCE DU RÉEL

PAR

RUDOLF CARNAP

Professeur à l'Université allemande de Prague

TRADUCTION
DU GÉNÉRAL VOUILLEMIN
Ancien élève de l'Ecole Polytechnique



PARIS
HERMANN & C^{ie}, ÉDITEURS
6, Rue de la Sorbonne, 6

1935

Tous droits de traduction, de reproduction et d'adaptation
réservés pour tous pays.

COPYRIGHT 1935 BY LIBRAIRIE SCIENTIFIQUE HERMANN ET C^{ie},
PARIS.



I

LE PROBLÈME DE LA LOGIQUE DE LA SCIENCE

LA LOGIQUE DE LA SCIENCE

Les travaux de l'Ecole de Vienne ont pour objet la science, qu'elle soit envisagée dans son ensemble ou bien dans ses diverses branches. On soumet à l'analyse les concepts, propositions, démonstrations et théories qui y jouent un rôle ; moins toutefois eu égard à des considérations d'évolution historique ou de conditions sociologiques et psychologiques d'application, que du point de vue de la logique. Ce domaine n'a jusqu'à présent pas reçu de nom particulier ; on peut le caractériser par le titre « théorie de la science », plus exactement « logique de la science ». Nous entendons ici par Science l'ensemble des énoncés connus ; pas seulement les énoncés qu'ont formulés des savants, mais ceux aussi auxquels on a affaire dans la vie courante. Il n'est pas possible de séparer les uns des autres par une délimitation précise.

Les uns diront que ce champ d'action appartient aux philosophes et, comme on attache souvent au mot « philosophie » le sens de discipline distincte de la « science ordinaire », il en peut résulter des confusions. Historiquement, on ne peut nier qu'il se soit développé à partir de la philosophie ; mais il en est tout pareillement de maint autre chapitre de la science. Les sciences de la nature et la mathématique, par exemple, se sont évadées du giron de la philosophie pour prendre le caractère de sciences indépendantes. Personne assurément ne considérerait aujourd'hui la physique comme faisant partie de la philosophie, bien qu'elle lui doive son origine. Même situation pour la sociologie, celle du moins que l'on étudie par des méthodes expérimentales, sans mêler de pseudo-thèses métaphysiques à la recherche des phénomènes sociaux et de leurs relations réciproques. Les psychologues enfin, eux aussi, dans la mesure où ils élaborent des expériences, sans mélange de métaphysique, voient dans leur champ d'études un domaine de la science des faits réels, qui n'appartient pas à la philosophie.

Tout pareillement la logique, logique de la science, est mûre pour se libérer de la philosophie et constituer un domaine proprement scientifique, où l'on travaille en suivant la méthode strictement scientifique, sans qu'il y ait lieu de parler de connaissances « plus profondes » ou « plus élevées ». Il me semble que c'est là le dernier rameau à se détacher du tronc. Que reste-t-il alors à la philosophie ? Seulement les problèmes chers au métaphysicien : Quelle est la cause première du monde ? Quelle est l'essence du néant ?... Mais ce ne sont que pseudo-problèmes, sans aucun contenu scientifique.

Alors que la métaphysique prétend s'occuper des « fondements ultimes », de la « véritable essence » des choses, la

logique de la science ne s'en occupe nullement. Tout ce qui peut être dit des choses et phénomènes, c'est justement la science particulière de leur domaine qui le formulera, sans qu'il puisse être dit rien de « plus élevé ». La science est un ensemble bien ordonné de propositions et c'est cet ensemble qui représente l'objet de la logique de la science. Tout ce qui est à dire sur les organismes et les phénomènes organiques, il appartient à la biologie, science expérimentale, de l'exprimer ; il n'y a pas, par surcroît, des énoncés philosophiques touchant lesdits phénomènes, des énoncés de « philosophie naturelle » sur la vie. Par ailleurs, on peut certainement entreprendre une étude logique à propos de la constitution des concepts, hypothèses et théories de la biologie ; voilà le ressort de la logique de la science.

Quelques exemples, sans plus de précision, des questions qu'elle doit traiter :

Le principe de la constance de la vitesse de la lumière en relativité est-il une convention ou l'expression d'un fait ?

La théorie de la relativité généralisée présente-t-elle une contradiction logique ?

Comment peut-on définir les concepts macroscopiques de la physique (température, densité, vitesse du son, etc.) sur la base des concepts microscopiques (champ électromagnétique, champ de gravitation, électrons, etc.) ?

Telle théorie T_2 est-elle ou non compatible avec la théorie T_1 ? Si elles sont compatibles l'une avec l'autre, T_2 est-elle, de par sa constitution, contenue dans T_1 ; ou bien son contenu déborde-t-il celui de T_1 ? En quoi consiste ce qui est dans T_2 sans être dans T_1 ?

Le concept C_n peut-il être rapporté aux concepts C_1 , C_2 , C_3 , etc. ?

Les deux concepts C_1 et C_2 , dont les définitions se présentent comme différentes, ont-ils des significations identiques ?

tiques ? Peut-on, tout au moins, en prenant appui sur les lois naturelles, introduire toujours l'un à la place de l'autre ?

Les deux propositions P_1 et P_2 (différentes dans leur formulation) ont-elles ou non le même sens ? P_2 est-elle conséquence de P_1 , par nécessité logique ? En dérive-t-elle, au contraire, de par les lois naturelles ?

Que faut-il entendre par loi naturelle ?

Le contenu de telle loi dépasse-t-il le contenu des énoncés d'observation qui ont donné lieu à sa formulation ?

Quel est le sens des énoncés de probabilité ? La notion de « probabilité » s'identifie-t-elle à la notion de « fréquence relative » ?

Lorsqu'il est ici question du « sens » des énoncés ou de la « signification » d'un concept, il ne s'agit pas du point de vue psychologique. On ne s'interroge pas sur les représentations ou idées à associer à telle proposition ou notion ; cette question psychologique, réclamant une réponse expérimentale, ne pourrait pas recevoir une solution générale ; la réponse dépendrait des individus consultés et des circonstances du moment. C'est d'une signification *logique* qu'il s'agit. Mais n'allons-nous pas avec cela revenir encore aux spéculations philosophiques à propos de ce point de vue « logique » opposé au point de vue psychologique ? Quel sera le genre des énoncés servant à donner réponse à des questions de logique analogues à celles dont nous venons de donner des exemples ? Nous partageons la manière de voir de HUME, pour qui il n'y a *dans la science*, à part les tautologies logico-mathématiques (jugements analytiques) que les énoncés expérimentaux de la science industrielle. Il y a là un point critique pour notre conception générale et des adversaires réagissent, objectant que si toute proposition n'appartenant pas à la mathématique ou à la science

industrielle manque de sens, nos propres dissertations vont rentrer elles-mêmes dans cette catégorie. A vrai dire, beaucoup aussi de nos amis dans le refus de toute métaphysique, travaillant comme nous sur le terrain de la logique de la science, sont d'avis que les propositions de ce domaine n'ont pas plus de sens que celles de la métaphysique. Contre cette façon de voir les choses nous allons soutenir ici que *les énoncés de la logique de la science sont des propositions de la syntaxe logique de la langue*. Ils rentrent par là dans les limites acceptées par HUME, car nous verrons que la syntaxe logique n'est pas autre chose que la mathématique du langage.



SYNTAXE LOGIQUE

Nous entendons par *syntaxe logique* d'une langue quelconque la théorie des formes des propositions et autres créations grammaticales de cette langue. Il s'agit des *formes* ; autrement dit : nous laissons de côté la signification de la proposition aussi bien que le sens des mots qui la composent ; par contre les mots de la langue sont répartis en types verbaux syntactiques et, dans l'examen d'une proposition donnée, nous n'étudions que le type des mots employés et le mode de leur succession. La syntaxe logique n'est pas autre chose que le développement des conséquences analytiques résultant des règles syntactiques de la langue envisagée. Ces règles sont de deux espèces. Les *règles de formation* indiquent comment des propositions peuvent être construites avec des mots ou tous autres symboles linguistiques. La grammaire donne bien déjà des règles de formation ; mais les règles de formation de la syntaxe logique s'en distinguent en ce qu'elles sont purement formelles, tandis que les règles de la grammaire courante prennent souvent en considération la signification des mots (par exemple, elle fait attention à des considérations comme : « si un substantif désigne une personne du sexe féminin, une contrée ou un bateau... »). Les règles syntactiques de la seconde espèce sont les *règles de transformation* dans la langue. Par elles est établi qu'une proposition peut être déduite d'une ou de plu-

sieurs autres, si elles satisfont à des conditions déterminées, conditions n'ayant rapport qu'à la forme des propositions. Les règles de transformation correspondent ainsi à peu près à ce que l'on appelle en logique, les règles du raisonnement ; la différence consiste en ce que, dans la syntaxe logique, les règles ne s'adressent pas à des jugements considérés comme des actes de la conscience ou contenus d'actes de ce genre (doctrine des logiciens psychologistes), mais à des propositions considérées comme des formations linguistiques. Les règles de transformation doivent elles-mêmes être rigoureusement formelles ; dans la logique traditionnelle, cette exigence n'est pas toujours satisfaite ; néanmoins son évolution historique manifeste toujours plus clairement la tendance à ce caractère formel rigoureux, c'est-à-dire à l'élimination de tout point d'appui demandé à la signification. Ce n'est qu'en imitant la méthode symbolique de la mathématique que la logique nouvelle a pu traduire ses règles selon un formalisme rigoureusement pur.

Si l'on voulait exposer toute la syntaxe d'un des langages naturels, poser par conséquent tout le système des règles de formation et des règles de transformation qui se trouvent implicitement à la base de l'emploi de ladite langue, en développer les résultats, on se rendrait compte de l'extrême complication du problème. Les mots sont répartis en *types*, de telle façon que deux mots ne peuvent appartenir à un même type que s'ils se comportent pareillement sous le rapport des règles formelles, c'est-à-dire sous le rapport de la construction des propositions. Autrement dit : si la substitution d'un mot à l'autre dans une proposition aboutit encore à une proposition (vraie ou fausse, peu importe). Conformément à une telle répartition en types, il n'y a plus à parler de mots déterminés lorsqu'il s'agit de for-

muler les règles de formation ; on parlera seulement de types de mots. En combien de types différents vont se diviser les mots de la langue française ? Un coup d'œil superficiel sur une grammaire pourrait faire croire sans doute qu'il y en a quelques douzaines : les substantifs masculins, les substantifs féminins..., les verbes qui gouvernent l'accusatif (latin, allemand...)... Mais un examen plus attentif en ferait apercevoir des centaines, des milliers peut-être. Il est clair d'abord que les diverses formes de flexion constituent des types différents. Et de plus, les substantifs masculins eux-mêmes, par exemple, pris en conditions grammaticales analogues, n'appartiennent pas tous au même type ; ainsi de « crayon » et « courage ». « Mon crayon pèse 5 kgr. » est une proposition, bien que fausse probablement. « Mon courage pèse 5 kgr. » ne peut pas être appelé proposition fausse ; ce n'est pas une proposition le moins du monde ; à une qualité humaine on ne peut absolument pas attribuer un poids. Il faut donc répartir encore les substantifs en sous-catégories : noms de chose, noms de propriété, noms de nombre, etc. En général, ces sous-catégories ne seront pas définitives. Il peut arriver que des mots constituent à eux seuls une catégorie ; nous les dirons alors « isolés ». Il paraît bien n'y avoir, par exemple, aucun autre mot substituable dans une proposition au mot « connaissance ». [Exemples : je regarde ceci comme de la connaissance—la connaissance que je possède de cela consiste en ce que...] On voit déjà l'extraordinaire ampleur que prend dans une langue naturelle, comme les langues française, allemande, le système complet des règles de formation. Cette complexité est le motif pour lequel on s'y borne à analyser certaines tournures, certaines expressions, lorsqu'on traite pratiquement de syntaxe logique, ou bien par contre l'on s'attaque à des langages à structure symbolique comme il s'en est

développé dans la logique moderne (1), quand il s'agit d'édifier un système complet des règles d'une langue. Dans ce qui suit nous dirons simplement « syntaxe », au lieu de

1. *Exemples de la méthode symbolique de la Logistique.*

Comme en mathématique, des lettres et symboles sont utilisés à la place des mots du langage courant. Désignons par $a, b, c\dots$ les divers objets d'un domaine déterminé. Appelons $P, Q, R\dots$ les qualités dans ce domaine. On exprime par $P(a)$ le fait que l'objet a possède la propriété P ; par $\neg P(a)$ le fait qu'il ne possède pas cette propriété. Une proposition de la forme « $A \vee B$ », dans laquelle A et B figurent des propositions quelconques, sera vraie, et dans ce cas seulement, si l'une des deux propositions A et B , ou toutes les deux, sont vraies. Le symbole \vee correspond donc à peu près à notre mot « ou ». La proposition « $(x) [P(x)]$ » sera vraie, et dans ce cas seulement, si les propositions $P(a), P(b), P(c)\dots$ sont toutes vraies ; cette proposition correspond donc à la proposition « Chaque objet a la propriété P ». La proposition « $(\exists x) [P(x)]$ » sera vraie, et dans ce cas seulement, si une proposition au moins de la suite $P(a), P(b), P(c)\dots$ est vraie ; on peut la traduire : « Un objet au moins possède la propriété P » ; ou bien : « Il y a (pour le moins) un objet possédant la propriété P ».

Cette signification des symboles donne la valeur des *règles de transformation* suivantes :

1) Deux propositions de la forme « $A \vee B$ » et « $\neg A$ » étant données, il en résulte une proposition de la forme « B ».

2) D'une proposition ayant la forme « $(x) [P(x)]$ » peut se déduire une proposition quelconque ayant la forme « $P(_)$ », où figure le nom d'un objet quelconque à la place du trait. Il en va de même si, à la place de « P », une autre désignation quelconque de propriété figure, la même toutefois, dans les deux propositions.

3) D'une proposition de la forme « $P(_)$ », où le trait représente n'importe quel symbole d'objet, résulte (c'est-à-dire peut être déduite) la proposition « $(\exists x) [P(x)]$ » ; et de même pour d'autres symboles de propriété.

Exemple d'une deduction.

Soient données comme prémisses : « $(x) [P(x) \vee Q(x)]$ » et « $\vee \neg P(a)$ ». D'après la règle n° 2 il résulte de la première : « $P(a) \vee Q(a)$ ». De celle-ci et de la seconde, d'après la règle n° 1, il résulte « $Q(a)$ ». Cela montre que « $Q(a)$ » est une *conséquence* des deux propositions initiales. On voit que la déduction se développe purement formellement ; nous ne nous occupons pas de la signification des symboles ; notre manipulation ne porte que sur les symboles, conformément à des règles, mécaniquement pour ainsi dire, comme un calcul.

L'analyse logique d'une expression dans un langage verbal se conduit souvent de la manière la plus simple par comparaison avec une langue symbolique. C'est le cas en particulier pour les termes logiques comme : il y a, chaque, tous, aucun, pas du tout, rien, ou, si, autre, trois, sans, aussi... Par exemple on peut caractériser logiquement la langue française en disant : la notion d'existence, dans le sens indiqué par « $\exists (x)$ » du langage symbolique.

« syntaxe logique » ; nous le ferons d'ailleurs partout où ne se présentera aucun risque de confusion avec la « syntaxe » dans le sens de science du langage, celle où les règles de formation ne sont pas regardées comme proprement *formelles* et où n'ont pas à intervenir les règles de transformation.

Une proposition qui s'obtient à partir d'autres propositions données par application, répétée au besoin, des règles de transformation, est appelée leur *conséquence*. La notion de « conséquence » est toute formelle, puisque les règles de transformation sont sans rapport avec la signification. Cette notion permet de poser de nouvelles définitions syntaxiques ; voici des exemples empruntés à l'application de l'analyse logique aux énoncés des sciences. Nous appelons *analytique* (ou tautologique) une proposition quand elle est conséquence de chaque proposition, si donc elle est vraie quelle que soit par ailleurs sa signification. Nous disons *contradictoire* une proposition si toute proposition de la langue en est la conséquence. Une proposition qui n'est ni analytique ni contradictoire est dite *synthétique*. Dans la langue française, par exemple, les propositions : « Des chevaux sont des chevaux », « Un cheval est malade ou bien portant », « $2 + 2 = 4$ », sont analytiques ; les propositions : « Il y a des chevaux qui ne sont pas des chevaux », « Il y a un cheval qui est à la fois malade et bien portant », « $2 + 2 = 5$ » sont contradictoires ; les propositions : « Ce cheval est malade », « J'ai quatre crayons » sont synthétiques. Les propositions synthétiques sont ce que, dans

lique et fixé entre autres par la règle n° 3, s'exprime en français par des tournures comme « il y a un... », « il existe un... », ou simplement encore par « un... ». Par exemple dans la proposition « J'ai un crayon », symboliquement : « $(\exists (x)) [j'ai x \text{ et } x \text{ est un crayon}]$ ». Méthode préférable à l'usage des catégories grammaticales usuelles et à la traduction dans une autre langue verbale.

le langage courant, on appelle « énoncés sur la réalité » ; les énoncés des sciences du réel, qu'il s'agisse de lois générales ou bien d'énoncés concrets sur des choses données isolément ou phénomènes particuliers, sont synthétiques ; ces énoncés synthétiques constituent en quelque manière le noyau de la science. Les propositions de la Logique et de la Mathématique sont analytiques. Envisagées du point de vue du but spécialement poursuivi dans la science, elles ne servent qu'à rendre plus faciles les opérations au moyen des énoncés synthétiques. On pourrait construire une langue scientifique ne contenant que des propositions synthétiques ; on n'y rencontrerait ni proposition logique, ni proposition mathématique ; toute la science du réel y serait exprimable sans préjudice aucun. Seuls conduisent à agir autrement des motifs de simplification pratique ; c'est à cause d'eux que l'on a introduit des propositions analytiques comme celles dont nous avons indiqué des exemples et d'autres encore, moins courantes, dont le caractère analytique ne se reconnaît pas au premier coup d'œil. Sous ce rapport la mathématique est un chapitre de la logique, celui des énoncés logiques où interviennent des symboles de nombre, des variables à base de nombre, ou des expressions de genre analogue, par exemple « $2 + 2 = 4$ ». Il n'y a pas de frontière tranchée entre la mathématique et les autres parties de la logique. Si les propositions analytiques ont un autre caractère syntaxique que les propositions synthétiques, elles n'en sont pas pour cela en quelque sorte dans un autre plan. Les propositions des deux catégories s'emploient ensemble ; on les associe dans des énoncés composés, au moyen de « et », « ou », « si », etc. ; et ces énoncés composés sont eux mêmes soumis à des transformations analogues.

Si l'on s'informe, au point de vue logique (à ne pas con-

fondre avec le point de vue psychologique), du contenu, du *sens*, d'une proposition *P* donnée, il ne se peut agir que de ceci : qu'est-ce que cette proposition nous apprend ? Autrement dit : quelles propositions résultent de *P*, sans être des propositions analytiques, déduites de n'importe quelle autre, et ne nous disant par là même rien du tout ? Nous adopterons la définition suivante : le *contenu* d'une proposition *P* est la classe de ses conséquences qui ne sont pas analytiques.

Cette notion de « contenu » est une des notions syntaxiques les plus importantes. Les contenus des propositions sont caractéristiques pour leurs rapports logiques et pour leur rôle dans le système de la science. Le contenu d'une proposition analytique est nul ; celui d'une proposition contradictoire est le contenu global, c'est-à-dire la classe de toutes les propositions non analytiques de la langue. Le contenu d'une proposition synthétique est une partie de ce contenu global, partie légitime. Dans ces conditions le contenu d'une proposition figure dans le contenu d'une autre si, et dans ce cas seulement, la première proposition est une conséquence de la seconde. Les propositions qui ont le même contenu expriment la même chose, même si elles présentent des formes bien différentes, elles sont appelées équipollentes.

De même que l'identité de sens de deux *propositions* est formellement comprise dans la notion d'équipotence, de même pouvons-nous comprendre formellement aussi l'identité de signification de deux *expressions* (de deux mots, par exemple). Elle sera valable pour deux expressions si le remplacement de l'une par l'autre ne modifie en aucun cas le sens, le contenu, de la proposition où il s'accomplit. Nous dirons donc, par définition : deux expressions sont *synonymes* lorsque d'abord elles appartiennent au même

type (le remplacement de l'une par l'autre n'altère pas le caractère de proposition) et lorsque, en second lieu, la proposition qui dérive de ce remplacement reste équipollente à la première.

La construction de la syntaxe d'une langue consiste pour l'essentiel en une série de définitions de concepts syntaxiques. Les règles syntaxiques aussi rentrent dans les définitions. Les règles de formation ne sont en effet pas autre chose que la définition du concept « proposition », les règles de transformation donnent la définition du concept « conséquence immédiate ». A ces deux définitions initiales peuvent être rattachées des définitions d'autres concepts syntaxiques plus étendus, par exemple : « proposition existentielle », « conséquence », « analytique », « contenu », etc. La syntaxe tout entière d'une langue quelconque consiste en propositions : des définitions et d'autres propositions analytiques reposant sur les définitions. A leur tour, les propositions de la syntaxe doivent être exprimées dans une langue ; nous appellerons cette langue : la langue syntaxique. Quant à la langue dont la syntaxe est exposée, nous l'appellerons : la langue objective. La syntaxe traite des formes des instruments du langage, c'est-à-dire de certaines combinaisons d'éléments donnés, les symboles linguistiques ; cela peut être développé au moyen des notions mathématiques qui s'emploient dans la combinatoire ou dans l'arithmétique. *La syntaxe n'est pas autre chose que la mathématique des formes du langage.*

D'une manière générale, langue syntaxique et langue objective sont deux langues différentes. Le cas se présente, par exemple, lorsqu'on formule la syntaxe de la langue française en définitions et autres propositions appartenant à la langue allemande. Mais langue syntaxique et langue objective peuvent aussi coïncider ; d'une façon plus précise :

le langage syntactique peut être un langage partiel du langage objectif. Le cas se présente, par exemple, quand les définitions et autres propositions de la syntaxe de la langue française sont exprimées dans la langue française elle-même. Il peut se produire aussi qu'une proposition syntactique ne traite pas seulement d'autres propositions du même langage, mais traite également de soi-même, sans qu'il en résulte des contradictions (1).

1. Les Grecs déjà se sont cassé la tête sur le problème rencontré dans la phrase du menteur qui dit: « Je mens actuellement. » En d'autres termes: « Cet énoncé est faux. » Si la proposition est vraie, ce qu'il dit doit arriver; alors l'énoncé est faux. Inversement: s'il est faux, alors il est vrai. Cette contradiction, croyait-on jusqu'alors, provient de ce que l'énoncé se concerne lui-même; pour éviter les contradictions de ce genre, il faudrait exclure ce genre d'énoncés. Mais on exclurait par là-même la possibilité de formuler la syntaxe d'une langue dans cette langue elle-même. Mais un examen plus attentif montre pourtant qu'à opérer sans restriction avec les notions de « vrai » et de « faux », on est conduit également à des contradictions si l'on n'emploie aucune proposition parlant d'elle-même. L'erreur dans cette phrase du menteur n'est pas de se rapporter à elle-même, mais l'opération illicite avec les concepts « vrai » et « faux », qui ne peuvent être utilisés qu'avec certaines mesures de précaution. Il en résulte que la syntaxe d'une langue *L* peut être exprimée dans la langue *L* elle-même sans aucun danger d'introduire des contradictions, et ce dans une proportion qui dépend de la richesse de *L* en moyens d'expression, bref, en concepts mathématiques.



LA LOGIQUE DE LA SCIENCE ET LA SYNTAXE LOGIQUE DU LANGAGE SCIENTIFIQUE

Nous avons agité plus haut la question du caractère des propositions de la logique de la science. Montrons qu'elles sont des propositions de la syntaxe, au sens indiqué d'une théorie formelle des formes du langage. Cette interprétation est immédiate en ce qui concerne les propositions de logique de la science, considérations, problèmes traitant des propositions et concepts (dans un domaine scientifique quelconque) et de leurs rapports logiques. Mais il y a beaucoup de propositions et de questions en logique de la science, dont la formulation usuelle éveille l'apparence qu'elles abordent toute autre chose que les éléments du langage. Elles paraissent traiter, par exemple, de nombres, de propriétés des nombres, de fonctions mathématiques, d'espace, de temps, de rapport causal entre deux événements, de relations entre des choses et des impressions sensibles, de rapport entre un « phénomène psychique » et un phénomène concomitant dans le cerveau, de certains microphénomènes physiques, à l'intérieur d'un atome par exemple, de leur connaissance possible et de leur indétermination, de la possibilité ou de l'impossibilité de certains états, de la nécessité ou du caractère fortuit de certains événements, etc. Néanmoins un examen plus attentif montre que des propositions de ce genre ne se rapportent qu'apparemment à des objets extérieurs à

la langue : on les peut traduire en propositions ne traitant que des propriétés formelles des éléments du langage, c'est-à-dire en propositions syntactiques. Fréquemment aussi on rencontre dans la logique de la science des propositions qui traitent bien des éléments du langage, mais semblent ne pas avoir affaire à leurs propriétés formelles et s'occuper au contraire de la signification des mots, du sens des énoncés ; nous verrons que celles-là aussi peuvent être traduites en propositions formelles, syntactiques.

Distinguons trois espèces de propositions :

1^o *Propositions purement objectives*. [Elles ont affaire réellement, pas seulement en apparence, à des objets effectivement extérieurs au langage.] Exemple : « la rose est rouge ».

2^o *Propositions pseudo-objectives ou propositions du langage matériel*. [Elles semblent s'occuper d'objets extérieurs au langage, par exemple de la rose ; mais en réalité c'est de la désignation linguistique de cet objet qu'elles traitent, par exemple du mot « *rose* ».] Exemple : « la rose est une chose ».

3^o *Propositions syntactiques ou propositions du langage formel*. [Elles traitent d'un élément de la langue.] Exemple « le mot « *rose* » est symbole d'une chose. »

Les indications mises entre crochets manquent de précision ; une définition plus exacte : une proposition qui attribue à un objet une certaine qualité Q_1 appartient au langage matériel s'il existe pour cette qualité Q_1 une qualité Q_2 autre, mais syntactique parallèle à elle. Par qualité Q_2 syntactique parallèle à une qualité Q_1 nous entendons ceci : Q_2 appartient à une *désignation* d'un objet si, et seulement si, la qualité Q_1 appartient à l'objet. Dans les

exemples que nous avons donnés, « (être) désignation de chose » est une propriété syntaxique parallèle à la propriété « (être) une chose », parce que, si quelque chose est une chose, et dans ce cas seulement, sa désignation est une désignation de chose. C'est pour cette raison, que la proposition « La rose est une chose » fait partie du langage matériel. On peut la traduire en la proposition parallèle : « « Rose » est une désignation de chose » du langage formel. Il n'est au contraire aucune propriété syntaxique susceptible d'être parallèle à la qualité « rouge », par conséquent d'appartenir à toutes, et seulement à elles, les désignations des choses rouges. Si, en effet, une chose est ou n'est pas rouge, cela ne peut pas se discerner d'après son symbole linguistique (par exemple : « rose », « lune »). La proposition « La rose est rouge » n'appartient donc pas au langage matériel ; elle est une proposition purement objective.

Voici quelques exemples encore de propositions du langage matériel et leur traduction en langage formel.

LANGAGE MATÉRIEL.

1 a. Le cas où A est plus âgé que B et B plus âgé que A est impossible.

LANGAGE FORMEL.

1 b. La proposition « A est plus âgé que B et B plus âgé que A » est contradictoire.

1 a appartient au langage matériel parce qu'il existe pour la propriété « (logiquement) impossible » la propriété syntaxique parallèle « contradictoire ». Ce n'est en effet, que si un cas est impossible que la proposition qui le formule est contradictoire. A l'opposé de 1 a, voici une proposition purement objective : « Le cas où un mari a 30 ans de plus que sa femme se produit rarement » ; en effet, il n'y a aucune propriété syntaxique parallèle à la propriété « se présenter rarement ».

Comme le concept « impossible », les autres concepts dits

de modalité : « possible », « nécessaire », « fortuit », appartiennent au langage matériel.

2 a. Le fait que le corps *A* se dilate en ce moment est une conséquence naturelle de ce qu'il est échauffé.

3 a. Il n'y a ni commencement ni fin de la durée.

4 a. 5 est un nombre.

2 b. La proposition « *A* se dilate » est une conséquence de la proposition « *A* est échauffé » et des lois physiques actuellement connues de la science.

3 b. Il n'y a pas une coordonnée la plus petite ni une coordonnée la plus grande de la durée.

4 b. 5 est le symbole d'un nombre.

De même que 4a, une proposition appartient aussi au langage matériel si elle exprime de quelque chose que c'est une chose, une qualité, un rapport, un lieu, un moment dans la durée ou analogue. La proposition parallèle dans le mode formel dit alors que la désignation correspondante est désignation de chose, désignation de propriété, etc. Par différence avec 4a, la proposition « 5 est un nombre premier » est une pure proposition objective (mathématique ici) ; il n'existe pas, en effet, de prédicat syntaxique parallèle au prédicat « nombre premier ».

Les propositions du langage matériel donnent l'illusion du rapport à un objet alors que ce rapport ne se présente pas. D'où certaines confusions, pseudo-problèmes et même contradictions. C'est pourquoi, il est prudent de les éviter autant que possible, ou moins dans les points délicats ; on leur préfèrera les propositions formelles, ce qui éliminera maints pseudo-problèmes philosophiques. Des propositions du type 4a, par exemple, conduisent facilement à des questions comme : « Qu'est-ce, au fond, que les *nombres* ? ». Celle-ci, au contraire, a du sens : « Quelles sont les règles syntaxiques pour la *symbolisation des nombres* ? » Il en est

de même des pseudo-questions touchant l'essence du *temps*, de l'*espace*, des *choses*, des *contenus-de-conscience*. A leur place figurent les questions touchant le caractère syntactique des symbolisations correspondantes, c'est-à-dire des coordonnées de temps, etc.

Un autre avantage du mode formel est de nous empêcher de méconnaître l'importance de la *dépendance entre les thèses logico-scientifiques et le langage*. A la place de thèses absolutistes comme « Une chose est... », « Un nombre est... », « Il y a (ou il n'y a pas) des propriétés de propriétés », il intervient des thèses comme « Un symbole de chose... », « Un symbole numérique... », « Il y a (ou il n'y a pas) des prédicats du second degré ». Par leur manifeste dépendance du langage, ces thèses nous rendent attentifs à ce qu'elles réclament en surplus la donnée complémentaire *de la langue* à laquelle, elles se réfèrent. Les thèses logico-scientifiques peuvent alors être considérées ou bien comme des *affirmations* en rapport avec une langue donnée historiquement existante, ou bien avec une langue donnée au moyen de règles, ou bien comme des *propositions* en rapport avec une langue à établir.

Les énoncés 5_a et 6_a ci-après traitent bien d'expressions verbales, mais dans le mode matériel, en se référant à acception et sens. La traduction en langage formel est possible au moyen des concepts syntactiques définis préalablement.

5 a. Les expressions allemandes « Schimmel » et « Weisses Pferd » ont la même signification.

6 a. Les propositions : « *A* est plus grand que *B* » et « *B* est plus petit que *A* » ont le même contenu (sens). Elles disent la même chose ; décrivent le même comportement.

5 b. Les expressions « Schimmel » et « Weisses Pferd » sont synonymes.

6 b. Les propositions : « *A* est plus grand que *B* » et « *B* est plus petit que *A* » sont de même contenu.

LA LOGIQUE DE LA SCIENCE, INSTRUMENT DE LA SCIENCE UNITAIRE

En logique de la science on travaille maintenant à divers complexes de problèmes. De plus en plus clairement, il apparaît que les questions de ce domaine sont d'ordre syntaxique. Une part considérable des recherches se rapporte à la questions des *fondements de la mathématique*, c'est-à-dire à la syntaxe de ce qui est logico-mathématique dans le langage de la science. Les questions logico-scientifiques en *physique* concernent le caractère syntaxique des concepts et des lois.

Parmi les sujets les plus importants figure ce qui touche aux *rapports syntaxiques entre les divers langages partiels du langage scientifique unitaire*. Ainsi se comprennent les problèmes habituellement appelés problèmes des rapports entre les divers domaines objectifs (plus philosophiquement : entre les divers modes de l'être). Il s'agit là par-dessus tout de jeter des ponts entre la physique d'un côté et biologie, psychologie, sociologie de l'autre.

Dans l'étude des rapports syntaxiques entre langage biologique et langage physique, il faut distinguer, selon qu'il s'agit du rapport entre les concepts ou bien du rapport entre les propositions, et particulièrement propositions spatio-temporelles générales, appelées lois. La première question s'exprimera : « Les *concepts* de la langue partielle biologique peuvent-ils être insérés dans la langue physique ? » Cette

question est à répondre affirmativement. Les concepts biologiques se rapportent en effet à des états et phénomènes dans des corps, donc à des domaines d'espace-temps; de fait, ces concepts sont associés au moyen de lois à des concepts physiques et par là à des concepts se rapportant à l'observable. Tout énoncé du langage partiel biologique peut de cette façon être soumis à un contrôle expérimental; en partant de lui et d'autres énoncés scientifiques déjà connus, on peut déduire des propositions ayant forme d'énoncés d'observation, que l'on confrontera avec des énoncés d'observation existant d'autre part. La seconde question s'exprimera: « Les *lois* biologiques ont-elles le même *caractère* que les lois physiques? » La réponse affirmative donnée à la première question apporte à celle-ci également une réponse affirmative. Mais il ne faut pas du tout confondre avec cette troisième question: « Les lois biologiques peuvent-elles être *déduites* des lois physiques au sens étroit, c'est-à-dire des lois nécessaires pour l'explication des phénomènes dans les corps inorganiques? » A cette troisième question, il n'est pas possible de répondre dans l'état présent des études biologiques, bien des recherches expérimentales sont encore nécessaires. La thèse du *vitalisme*, même dans sa forme nouvelle (néo-vitalisme) contient des pseudo-problèmes. Si on les écarte et s'efforce de faire apparaître le noyau purement scientifique de ce vitalisme, on aboutit à une réponse négative pour notre troisième question. Les justifications prétendues rigoureuses apportées à cette réponse restent pourtant insuffisantes et sont loin de suffire pour une décision définitive.

En ce qui concerne les *ponts* entre *langage psychologique* et *langage physique*, on peut poser des questions analogues. « Les concepts du langage partiel psychologique peuvent-ils se ranger dans le langage physique? ». La thèse du *physicisme*

lisme que nous professons répond oui, et pour la même raison que dans la biologie. Si aucune loi, ne se présentait en effet reliant un concept psychologique à un concept physique, une proposition traduisant quelque chose du psychique d'une personne ne serait, par nature, aucunement contrôlable par d'autres ; elle ne serait donc pas utilisable dans la science. Ceci entraîne une réponse affirmative à la deuxième question : « Les lois psychologiques peuvent-elles prendre place parmi les lois physiques ; ont-elles le même caractère que les lois physiques au sens étroit ci-dessus rappelé ? ». Mais il ne faut, ici encore, pas confondre cette question avec la troisième : « Les lois psychologiques peuvent-elles se déduire des lois physiques au sens étroit, ou tout au moins des lois biologiques ? » La question reste pendante ; aujourd'hui nous sommes encore loin d'avoir accompli une déduction pareille. On ne peut pas davantage en prouver, ni même rendre plausible, l'impossibilité fondrière ; elle n'est pas exclue en principe.

Pareillement pour le langage partiel *sociologique* vis-à-vis de la langue du *physicalisme* ; on ne peut dire si l'on réussira à tirer les lois sociologiques des lois physiques au sens étroit, ou des lois biologiques, ou seulement des lois psychologiques.

Une des tâches les plus importantes incombant ensuite à la logique de la science sera le développement des opérations dont le *physicalisme* soutient la possibilité : indiquer les règles syntaxiques pour l'insertion des divers concepts biologiques, psychologiques, sociologiques dans le langage physique. Cette analyse des concepts des langages partiels conduit à la création d'un *langage unitaire*, qui supprime l'état de dispersion qui règne actuellement dans la science. Cet état a des origines mythologiques ; on discerne encore sa réaction chez les savants de nos jours. Les concepts cen-

traux qui intervennent à propos de la division des domaines scientifiques demeurent entourés d'un nuage mystérieux ; les concepts de « vie », « âme » (des auteurs plus prudents disent : » phénomènes spirituels », « psychiques », « conscience »), « esprit objectif » (ou bien : « normes », « esprit public ») prennent l'apparence d'appartenir à une sphère « plus élevée » en soi ; on les oppose à la sphère « inférieure » du « pur matériel ». Les origines de cette manière de voir remontent manifestement à une époque où l'on séparait encore la connaissance « humaine » de la connaissance « divine », les choses « célestes » des choses « terrestres ». Laissant de côté les sentiments mythologiques concomitants et considérant les choses du point de vue purement scientifique, nous reconnaissons qu'il n'y a là que certaines différences expérimentales : dans le premier cas (« vie »), c'est la différence entre événements inorganiques et événements organiques, ces derniers étant manifestés au moyen de certains caractéristiques susceptibles d'être établies par l'expérience, et cela sans rigueur dans les délimitations. On peut, si l'on veut, appeler « animés » les phénomènes et les corps de cette catégorie, sans comprendre en cela plus que les caractéristiques précitées. Pour « l'âme », il s'agit uniquement de mettre en relief une classe particulière de phénomènes organiques ; leur délimitation n'est pas univoque ; elle est souvent entreprise d'une façon toute différente, circonstance qui parle déjà contre la signification profonde d'une délimitation. Avec les frontières les plus larges, on compte dans cette classe tous les phénomènes d'un corps organisé qui sont, d'une part, en rapport particulièrement étroit avec ce qui touche aux organes des sens ; d'autre part avec les organes du mouvement. Tous les phénomènes organiques se trouvent en somme, à peu de choses près, inclus dans la catégorie. Une délimitation plus

étroite ne fait état que de ce qui se passe en liaison étroite avec un système nerveux ou dans un de ces systèmes. Si l'on adopte les limites les plus strictes, — les phénomènes dits « *conscients* » au sens étroit —, on ne compte que les phénomènes dans un organisme (plus exactement : dans un système nerveux) pour lesquels se présente une disposition facilement mise en œuvre pour des réactions verbales. Il n'y aurait, même ici, aucune objection à soulever contre la production et l'étude particulière d'une classe de phénomènes circonscrite de l'une de ces manières ; il ne se peut agir néanmoins que d'une délimitation reposant sur des raisons d'ordre pratique, pour répartir le travail, par exemple. Rien non plus à objecter si l'on désigne des phénomènes de cette catégorie en employant les mots « *animés* », « *psychiques* », sauf toutefois le fait que ces expressions se trouvent, de par leurs origines mythologiques, surchargées de représentations et sentiments concomitants assez inopportuns. Dans le cas de « *l'esprit* », il s'agit des phénomènes dans les organismes, humains en particulier, où l'on traite de ce qui se passe pour un groupe sous l'effet de rapports dans l'ordre excitation-réaction entre les individus de ce groupe, ou bien d'un groupe à un autre. Il est facile de voir que dans ces différents cas les délimitations se trouvent beaucoup moins tranchées que lorsqu'il s'agit de physique, entre la gravitation et l'électromagnétisme par exemple. Si, une importance considérable est attribuée à ces différences, si on leur rattache depuis toujours les plus grands problèmes philosophiques, si même on se guide sur elles dans les recherches techniques, c'est affaire seulement à des divergences très notables dans les attitudes sentimentales ; le cas analogue ne se présente pas du tout dans la recherche physique pour les délimitations. Rien n'est dit par là sur les conséquences agréables ou non de ces réactions senti-

mentales en ce qui concerne la vie pratique. Il convient seulement d'attirer l'attention sur ce qu'elles jouent à la manière d'un frein dans la science, retardant la mise en lumière du caractère unitaire des concepts scientifiques. Lorsque le physicalisme aura écarté cet obstacle, l'*analyse des concepts par les moyens de la logique de la science*, dans tous les rameaux de la science, fera ressortir de plus en plus clairement la parenté et l'implication réciproque desdits concepts ; elle constituera un instrument pour la construction de la science unitaire.



II

SCIENCE FORMELLE ET SCIENCE DU RÉEL

Par *théorie de la science* nous entendons l'ensemble du domaine des études qui ont la Science pour objet. Ces études peuvent être envisagées de plusieurs points de vue ; étude psychologique, étude sociologique, étude historique, étude logique ; pratiquement elles ne sont pas sans relations les unes avec les autres. Dans notre manière de voir, l'étude logique — la Logique de la Science — est à caractériser plus exactement comme étant la syntaxe logique du langage scientifique.

A titre d'exemple d'une question de Logique de la Science nous citerons l'étude du rapport existant entre les deux domaines principaux de la science : la *science formelle* (logique, y compris la mathématique) et la *science du réel* (le groupe des sciences des faits : physique, biologie, psychologie, sociologie, histoire, etc.). La question est à considérer ici comme étant *logico-scientifique*. On ne s'occupera pas de la différence psychologique entre les activités dans l'étude des deux domaines de la science ; on n'examinera que le rapport *logique* entre les deux champs d'action, c'est-à-dire ce qui touche à la différence dans le caractère syntactique des propositions et systèmes de propositions les concernant. Si les deux domaines ne présentent pas de différences essentielles au point de vue *psychologique*, mais des différences

graduelles seulement, il est possible de mettre en évidence une différence fondamentale et précise sous le rapport logique. Elle repose sur la *différence syntactique entre énoncés analytiques et énoncés synthétiques*.

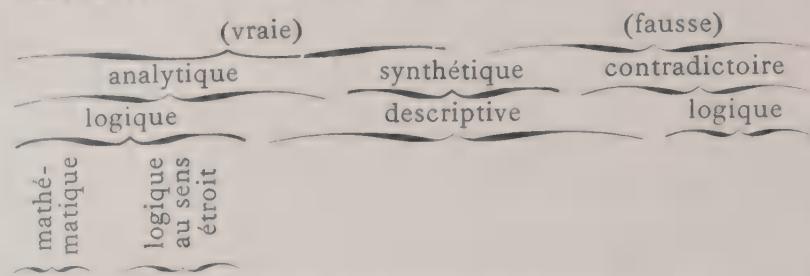
Pour montrer comment on peut comprendre la distinction entre science formelle et science du réel, supposons établie au préalable la structure syntactique convenant à une langue pour la science totalitaire. Cela exige la donnée d'un système de règles syntactiques : des *règles formelles* d'abord, déterminant les formes admises pour les propositions ; puis des *règles de transformation*, précisant sous quelles conditions une proposition est conséquence d'autres propositions. (Deux possibilités se présentent pour construire une langue scientifique : on peut se borner aux règles logico-mathématiques de transformation, ou bien établir aussi des règles extra-logiques de transformation ; dans ce qui suit, nous nous tiendrons au premier cas, pour simplifier). En égard aux règles de transformation, nous pouvons maintenant diviser ainsi les propositions d'après leur caractère syntactique : nous dirons *analytiques* celles qui demeurent valables sans condition, en conformité avec les règles de transformation, que les propositions mises en œuvre soient vraies ou fausses. Par ailleurs, la définition précise n'a pas le droit de faire usage d'expressions comme « *inconditionnellement valable* », mais seulement de la notion « *conséquence* » précisée par les règles de transformation ; ce qui nous conduit à dire : une proposition est appelée analytique si elle est conséquence de la classe propositionnelle vide. Nous appellerons *contradictoire* une proposition inconditionnellement non valable ; la définition plus précise est : proposition dont toute proposition de la langue est conséquence. Nous dirons qu'une proposition est *déterminée* si elle est analytique ou contradictoire. Nous la dirons

synthétique si elle n'est ni analytique, ni contradictoire.

Nous arrivons à une classification différente des propositions par le détour d'une classification des symboles. Nous appelons *symboles logiques* ceux qui ont une signification logico-mathématique, comme « ou », « chacun », « ne pas », « 3 ». Nous appelons *symboles descriptifs* ceux qui ont une signification extralogique, comme « grand », « maison », « colère ». On peut aussi comprendre cette distinction d'une manière purement syntactique, autrement dit, sans référence à la signification des symboles. La classe des symboles logiques se caractérise en effet en ce que toute proposition qui ne contient que des symboles de cette classe est déterminée. Par *proposition logique* nous entendons une proposition qui ne contient que des symboles logiques ; par *proposition descriptive*, une proposition qui contient au moins un symbole descriptif. Il est à remarquer que, du fait que toutes les propositions synthétiques sont descriptives, mais non l'inverse, le domaine des propositions descriptives dépasse celui des propositions synthétiques.

La différence entre *science formelle* et *science du réel* consiste alors en ce que la première ne contient que des énoncés analytiques et la seconde uniquement des énoncés synthétiques. Le *schéma* ci-après rend plus clair leur rapport, en présentant d'une manière intuitive la classification indiquée plus haut des propositions de la langue. Les concepts « vrai » et « faux » n'y figurent que pour la clarté ; ce ne sont pas des concepts logiques, on ne peut pas les définir syntaxiquement. Les propositions syntactiques représentent le nœud de la science ; elles servent à formuler des comportements possibles, ceux qui ont lieu comme aussi ceux qui n'ont pas lieu. Les propositions analytiques s'y attachent en trois étapes. D'abord, les propositions analytiques descriptives ; elles sont encore en rapport plus étroit avec la

RÉPARTITION DES PROPOSITIONS

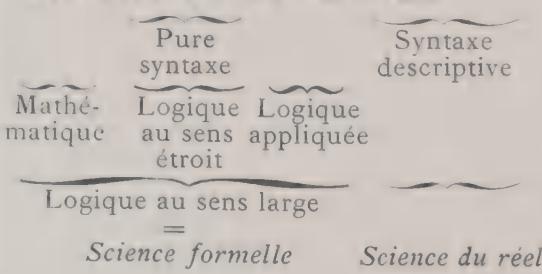


$2 + 2 = 4$ 5 est un nombre premier.	$A \sim A$ est une conjonction.	Prague est sur l'Elbe ou n'est pas sur l'Elbe.	Prague est sur l'Elbe et Prague n'est pas sur l'Elbe.	$F(x) \sim F(x)$	$2 + 2 = 5$
$A \sim A$ est une proposition contradictoire.		A tel ou tel endroit se trouve une proposition contradictoire.	Prague est sur l'Elbe.		

Langue L_1

Langue L_2

DIVISION DE LA SCIENCE



science du réel, dans la mesure où elles comprennent des symboles descriptifs, symboles d'objets extra-logiques par conséquent. Mais elles les contiennent dans une forme telle qu'on peut répondre sur leur vérité ou leur fausseté indépendamment de la manière d'être de ces objets, sur la base seulement des règles de transformation de la langue. Viennent ensuite les propositions logiques analytiques, parmi lesquelles on peut distinguer des propositions logiques dans un sens plus étroit et des propositions mathématiques. Les propositions mathématiques ne sont pourtant pas essentiellement différentes des autres propositions logiques ; pratiquement il suffira de les distinguer en spécifiant qu'appartiendront à leur catégorie les propositions qui renferment des symboles numériques ou des prédictats se référant à des symboles de ce genre, ou encore des symboles analogues.

Puisque des propositions synthétiques suffisent à exprimer des affirmations concrètes quelconques et aussi des lois générales, *on pourrait disposer le langage de la science de telle façon* qu'il ne contiendrait que des propositions synthétiques, sans que pour cela le contenu de la science s'en trouvât restreint. Si nous disposons d'une langue L_1 pour la science totalitaire, nous pouvons en tirer ainsi la langue L_2 : les règles formelles pour L_2 seront posées de telle manière que toutes les propositions synthétiques de L_1 , et celles-là seulement, seront reçues dans L_2 ; les règles de transformation de L_2 ayant la forme usuelle (les règles de transformation avec prémisses) sont admises aussi sans changement comme règles dans L_2 . Celles qui ont dans L_1 la forme à principes (règles de transformation avec classe de prémisses vide), peut être aussi quelques autres propositions analytiques de L_1 , sont aménagées en règles de transformation correspondantes (avec prémisses) pour L_2 . Par exemple, au

lieu du principe « $p \supset (p \vee q)$ » de L_1 , il interviendra pour L_2 : « toute proposition de la forme $A \vee B$ est conséquence immédiate de A ». Dans L_2 il n'y a désormais plus de propositions logiques ; ce qu'elles fournissent dans L_1 se trouvera fourni dans L_2 au moyen de règles appropriées. C'est ainsi que « $2 + 2 = 4$ » est une proposition de L_1 , pas de L_2 ; pour L_2 nous aurons à sa place la règle : « Les expressions « $2 + 2$ » et « 4 » sont toujours substituables l'une à l'autre ». L_2 ne contient dès lors ni logique ni mathématique comme système propositionnel. Mais, ce n'est plus seulement tout énoncé de fait et toute loi de L_1 qui sont contenus dans L_2 ; mais toute déduction logique également, y compris tous calculs et transformations mathématiques, qui conduit dans L_1 de prémisses synthétiques à une conclusion synthétique, peut être accomplie dans L_2 pour ces mêmes propositions. Mais l'application est ici moins simple que dans L_1 ; c'est pourquoi, bien que possible, la forme L_2 du langage est néanmoins *mal adaptée au but qu'on se propose* ; nous lui préférerons la forme L_1 , qui dérive d'elle par adjonction aux énoncés synthétiques de fait de certains énoncés auxiliaires, les énoncés analytiques et les énoncés contradictoires. A vrai dire ces propositions auxiliaires n'ont pas de contenu, n'expriment aucun comportement ni existant ni inexistant ; elles ne sont pour ainsi dire que des expressions arithmétiques ; mais leur structure permet de les soumettre aux mêmes règles que les propositions proprement dites, c'est-à-dire les synthétiques. En définitive, elles ne sont que moyen auxiliaire pour opérer sur les propositions synthétiques.

Une voie intermédiaire reste cependant praticable : ne pas se contenter des propositions synthétiques, mais ne pas admettre non plus toutes les propositions analytiques contenues dans la langue scientifique actuelle. Ce procédé ris-

querait de répondre encore plus mal au but que l'élimination complète des propositions analytiques. En effet, une fois admises de ces propositions sans contenu, il n'y a vraiment aucune raison pour ne pas ouvrir tout le champ à leur utilité. On comprendrait à la vérité la suggestion de n'admettre que les propositions analytiques descriptives, plus proches certainement des propositions synthétiques que les autres propositions analytiques et leur élimination aurait pour conséquence que la liaison de deux propositions par le moyen d'un « \vee » (« ou ») ne rend pas dans chaque cas une proposition, par exemple, pas dans le cas des propositions A et $\sim A$. (Les règles formelles deviendraient alors indéfinies, ce qui entraîne de lourds désavantages). La pire solution pourrait bien être une délimitation où les propositions logiques au sens plus étroit seraient acceptées comme proposition de la langue, mais non les propositions mathématiques. (C'est la délimitation tracée par WITTGENSTEIN, par exemple ; il ne se borne cependant pas à suggérer cette règle formelle, mais il l'exprime comme une affirmation touchant « *la* langue ».)

L'emploi des propositions synthétiques et des propositions analytiques dans la langue est le suivant : le praticien de la science du réel établit des propositions synthétiques, par exemple, des propositions particulières pour la description des faits observés, ou des propositions générales posées alors comme des hypothèses, que l'on utilisera pour des essais. De ces propositions, il veut déduire ensuite d'autres énoncés synthétiques, par exemple, en vue d'émettre des pronostics sur ce qui se passera ultérieurement. Les propositions analytiques joueront le rôle d'auxiliaires pour ces raisonnements. La logique tout entière, mathématique comprise, considérée du point de vue de la langue totalitaire, n'est pas autre chose qu'un calcul auxiliaire pour la

manipulation des propositions synthétiques. La *science formelle* n'a pas d'importance par elle-même ; elle est un instrument de secours introduit dans la langue pour des raisons techniques ; elle allège la pratique des transformations linguistiques nécessaires pour la *science du réel*. Cela ne saurait entraîner la contestation de l'immense intérêt qu'elle présente pour le système de la science dans son ensemble ; c'est plutôt hausser son rang que de faire connaître sa fonction spéciale. En caractérisant la fonction logique de la science formelle comme étant celle d'un calcul auxiliaire, on n'entre pas en contradiction avec le fait psychologique que la considération de l'application à la science du réel n'est certainement pas toujours, n'est même que rarement, ce qui porte à l'action dans une branche quelconque de la science formelle. Appellera-t-on science le calcul des propositions analytiques en raison du caractère que nous avons décrit, ne voudra-t-on pas l'appeler science, c'est une pure question de terminologie sans intérêt. Il correspondrait mieux à l'usage courant de la langue d'appeler sciences tous les systèmes propositionnels avec rapport déductif, donc aussi la logique et la mathématique, et pas seulement les systèmes propositionnels synthétiques, la science du réel.

Encore une remarque sur la question de la place de la *syntaxe* dans notre schéma. Il décrit une classification des propositions d'une langue L_1 . Si l'on formule maintenant des propositions de la syntaxe pure à propos des formes propositionnelles de cette langue (par exemple : « une proposition de telle ou telle forme est analytique dans L_1 », « deux propositions de telle ou telle forme sont incompatibles dans L_1 », et analogues), on le fera généralement dans une autre langue L_2 . Dans ce cas, la syntaxe se trouve tout à fait en dehors de notre schéma ; elle se trouve dans la par-

tie logico-mathématique de la langue L_2 . Il est cependant possible aussi de formuler dans L_1 même les propositions syntactiques sur des propositions de L_1 ; elles appartiennent alors ou bien aux propositions logiques dans le sens plus étroit, ou bien — si la syntaxe est arithmétisée — aux propositions mathématiques. Cette formulation d'ailleurs n'est pas possible dans L_1 elle-même pour toutes les propositions syntactiques ; certains concepts référencés à L_1 (par exemple : « analytique dans L_1 », « contradictoire dans L_1 ») ne peuvent pas se définir effectivement avec les moyens de L_1 elle-même, mais avec ceux d'une langue L_2 plus riche. Ce qui vient d'être dit vaut pour la syntaxe pure ; la syntaxe descriptive, celle qui traite des propositions comme d'objets physiques, appartient à la science du réel.

L'adjonction de la science formelle à la science du réel n'introduit *aucun domaine objectif nouveau*, comme le croient beaucoup de philosophes, qui opposent aux objets « réels » de la science du réel les objets « formels », ou « spirituels », ou « idéaux » de la science formelle. *La science formelle n'a absolument aucun objet* ; elle est un système propositionnel auxiliaire, dégagé de tout objet, vide de tout objet, vide de tout contenu. Notre essai de tracer une limite précise entre science formelle et science du réel ne trouble en aucune façon l'*unité de la science*.



AVERTISSEMENT DU TRADUCTEUR

Le très grand intérêt qui s'attache à la personnalité et aux conceptions de M. Rudolph CARNAP nous ont incité à entreprendre cette traduction. Les thèses soutenues par l'auteur ont soulevé de nombreuses discussions et nous faisons toute réserve sur certaines d'entre elles, sans en méconnaître la puissante originalité. (Voir dans cette même collection n° 286 *La logique de la science et l'Ecole de Vienne*, par le général Vouillemin.)

TABLE

	Pages
Le problème de la logique de la science.....	3
La logique de la science.....	3
Syntaxe logique.....	8
La logique de la science et la syntaxe logique du langage scientifique.....	17
La logique de la science, instrument de la science unitaire.....	22
Science formelle et science du réel.....	29



ACTUALITÉS SCIENTIFIQUES ET INDUSTRIELLES

PUBLIÉES SOUS LA DIRECTION DE MM.



F. ENRIQUES

De l'Académie *Dei Lincei*
Professeur à l'Université de Rome

PHILOSOPHIE ET HISTOIRE DE LA PENSÉE SCIENTIFIQUE

Ch. FABRY

Membre de l'Institut
Professeur à la Faculté des Sciences

OPTIQUE

E. FAURÉ-FREMIET

Professeur au Collège de France

BIOLOGIE

(Embryologie et Histogenèse)

Ch. FRAIPONT

Professeur à la Faculté des Sciences
de Liège

PALÉONTOLOGIE ET LES GRANDS PROBLÈMES DE LA BIOLOGIE GÉNÉRALE

Maurice FRECHET

Professeur à la Sorbonne

ANALYSE GÉNÉRALE

M. L. GAY

Professeur de Chimie-Physique
à la Faculté des Sciences de Montpellier

THERMODYNAMIQUE ET CHIMIE

J. HADAMARD

Membre de l'Institut

ANALYSE MATHÉMATIQUE ET SES APPLICATIONS

Victor HENRI

Professeur à l'Université de Liège

PHYSIQUE MOLÉCULAIRE

A. F. JOFFÉ

Directeur de l'Institut Physico-Technique
de Leningrad

PHYSIQUE DES CORPS SOLIDES

A. JOUNIAUX

Professeur à l'Institut de Chimie de Lille

CHIMIE ANALYTIQUE

(Chimie-Physique, minérale
et industrielle)

N. K. KOLTZOFF

Directeur de l'Institut de Biologie
expérimentale de Moscou
Membre honoraire R. S. Edinburgh

LA GÉNÉTIQUE ET LES PROBLÈMES DE L'ÉVOLUTION

P. LANGEVIN

Membre de l'Institut
Professeur au Collège de France

I. — RELATIVITÉ

II. — PHYSIQUE GÉNÉRALE

Louis LAPICQUE

Membre de l'Institut
Professeur à la Sorbonne

PHYSIOLOGIE GÉNÉRALE DU SYSTÈME NERVEUX

A. MAGNAN

Professeur au Collège de France

MORPHOLOGIE DYNAMIQUE

ET MÉCANIQUE DU MOUVEMENT

Ch. MARIE

Directeur de Laboratoire
à l'Ecole des Hautes-Études

ÉLECTROCHIMIE APPLIQUÉE

Ch. MAURAIN

Membre de l'Institut
Doyen de la Faculté des Sciences
Directeur de l'Institut de Physique du Globe

PHYSIQUE DU GLOBE

André MAYER

Professeur au Collège de France

PHYSIOLOGIE

Henri MINEUR

Astronome à l'Observatoire de Paris
Maître de Recherches

ASTRONOMIE STELLAIRE

Chr. MUSCELEANU

Professeur à la Faculté des Sciences
de Bucarest

PHYSIQUE GÉNÉRALE ET QUANTA

M. NICLOUX

Professeur à la Faculté de Médecine
de Strasbourg

CHIMIE ANALYTIQUE

(Chimie organique et biologique)

P. PASCAL

Correspondant de l'Institut
Professeur à la Sorbonne et à l'Ecole
Centrale des Arts et Manufactures

CHIMIE

GÉNÉRALE et MINÉRALE

Ch. PÉREZ

Professeur à la Sorbonne

BIOLOGIE ZOOLOGIQUE

CATALOGUE SPÉCIAL SUR DEMANDE



ACTUALITÉS SCIENTIFIQUES ET INDUSTRIELLES



PUBLIÉES SOUS LA DIRECTION DE MM.

J. PERRIN

Membre de l'Institut

Prix Nobel de Physique

Professeur à la Faculté des Sciences
de Paris

ATOMISTIQUE

Marcel PRENANT

Professeur à la Sorbonne

I. — BIOLOGIE ÉCOLOGIQUE II. — LEÇONS DE ZOOLOGIE

A. REY

Professeur à la Sorbonne

HISTOIRE DES SCIENCES

Y. ROCARD

Maître de Recherches

THÉORIES MÉCANIQUES (Hydrodynamique-Acoustique)

R. SOUÈGES

Chef de Travaux
à la Faculté de Pharmacie

EMBRYOLOGIE ET MORPHOLOGIE VÉGÉTALES

TAKAGI

Professeur à l'Université Impériale de Tokyo

MATHÉMATIQUES GÉNÉRALES

TAMIYA-(HIROSHI)

Membre du Tokugawa Biologisches
Institut-Tokyo

BIOLOGIE (Physiologie cellulaire)

A. TCHITCHIBABINE

Membre de l'Académie des Sciences
de l'U. R. S. S.

CHIMIE ORGANIQUE (Série hétérocyclique)

Georges TEISSIER

Sous-directeur de la Station
Biologique de Roscoff

BIOMÉTRIE ET STATISTIQUE BIOLOGIQUE

G. URBAIN

Membre de l'Institut
Professeur à la Faculté des Sciences de Paris

THÉORIES CHIMIQUES

Pierre URBAIN

Maître de Conférences à l'Institut
d'Hydrologie et de Climatologie de Paris

GÉOCHIMIE

Y. VERLAINE

Professeur à l'Université de Liège

PSYCHOLOGIE ANIMALE

P. WEISS

Membre de l'Institut
Directeur de l'Institut de Physique
de l'Université de Strasbourg

MAGNÉTISME

R. WURMSER

Directeur du Laboratoire de Biophysique
de l'Ecole des Hautes-Études

BIOPHYSIQUE

Actualités Scientifiques et Industrielles

Série 1935 (suite) :

279. M. JULIEN et Y. ROCARD. La stabilité de route des locomotives (deuxième partie).....	15 fr.
280. PIERRE MASSÉ. Hydrodynamique fluviale, régimes variables.....	18 fr.
281. F. BEDEAU. Théorie du diffuseur (Haut-parleur sans pavillon).....	15 fr.
282. PAULE LELU. Les parentés chimiques des êtres vivants.....	10 fr.
283. RENÉ DUGAS. La méthode dans la mécanique des quanta (Axiomatique, déterminisme et représentations).....	12 fr.
284. ANDRÉE ROCHE. La plasticité des protéides et la spécificité de leurs caractères.....	12 fr.
285. A. C. MUKHERJI. Etude statistique de la fécondité matrimoniale.....	16 fr.
286. GÉNÉRAL VOUILLEMIN. La logique de la science et l'école de Vienne.....	10 fr.
287. CH. MAURAIN. Magnétisme et électricité terrestres (fascicule I : Magnétisme terrestre).....	15 fr.
288. R. S. LACAPE. A la recherche du temps vécu.....	12 fr.
289. MORITZ SCHLICK. Sur le fondement de la connaissance.....	10 fr.
290. OTTO NEURATH. Le développement du cercle de Vienne et l'avenir de l'empirisme logique.....	10 fr.
291. RUDOLF CARNAP. Le problème de la logique de la science. Science formelle et science du réel.....	8 fr.

Liste complète à la fin du volume